

**ВОПРОС:**

При выборе оборудования для работы во взрывоопасных средах важное значение имеет правильный подход к определению классов взрывоопасных зон и их размеров. На основании этого появляется возможность более точно определить количество безопасного оборудования и конкретизировать место его расположения.

Какими методиками следует пользоваться для оценки размеров взрывоопасных зон и в чем их отличия?

ОТВЕТ:

Отдельного национального стандарта с методикой расчета размеров взрывоопасных зон нет. Однако можно оценить размеры взрывоопасных зон, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (НКПР), по ГОСТ Р 12.3.047 [1], СП 12.13130 [2] или по Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах [3], исходя из геометрических размеров взрывоопасной зоны, образующейся при аварийной ситуации.

Согласно ГОСТ Р 12.3.047 [1] радиус $R_{\text{НКПР}}$ и высоту $Z_{\text{НКПР}}$ взрывоопасной зоны при неподвижной воздушной среде можно определить по формулам¹:

а) для горючих газов (ГГ):

$$R_{\text{НКПР}} = 7,8 \left(\frac{m_{\text{Г}}}{\rho_{\text{Г}} C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33};$$

$$Z_{\text{НКПР}} = 0,26 \left(\frac{m_{\text{Г}}}{\rho_{\text{Г}} C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33};$$

б) для паров легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ):

$$R_{\text{НКПР}} = 7,8 \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33};$$

$$Z_{\text{НКПР}} = 0,26 \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{п}} C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,33},$$

где $m_{\text{Г}}$ — масса ГГ, поступившего в открытое пространство при пожароопасной (аварийной) ситуации, кг (см. п. А.1.2, А.2.5, А.2.6 прил. А [1]);

$\rho_{\text{Г}}$ — плотность ГГ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м³;

$m_{\text{п}}$ — масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время испарения, но не более чем за 3600 с, кг (см. п. А.1.2, А.2.5, А.2.7 прил. А [1]);

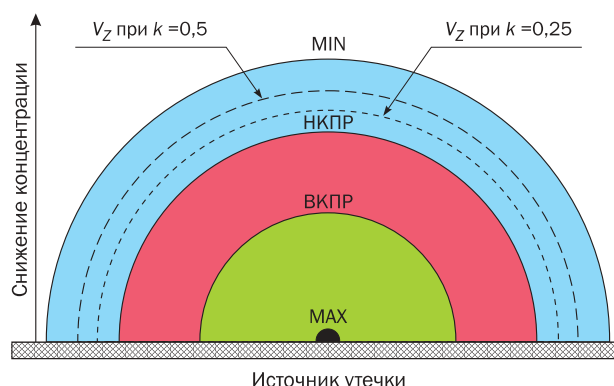
$\rho_{\text{п}}$ — плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре², кг/м³;

$C_{\text{НКПР}}$ — нижний концентрационный предел распространения пламени ГГ или паров, % об.

Объем взрывоопасной зоны V (м³) рассчитывается исходя из того, что зона представляет собой цилиндр высотой $Z_{\text{НКПР}}$ с основанием радиусом $R_{\text{НКПР}}$, т. е.

$$V = \pi R_{\text{НКПР}}^2 Z_{\text{НКПР}}.$$

В международном стандарте [5] представлен метод оценки гипотетического объема V_z взрывоопасной зоны (исключая аварийную ситуацию) как в помещении, так и на открытой территории. Под гипотетическим объемом понимается объем, за пределами которого средняя концентрация взрывоопасной смеси газа или пара составляет менее 0,25 или 0,50 от НКПР в зависимости от значения коэффициента безопасности k . Это означает, что для самых худших случаев оценки V_z концентрация газа или пара будет значительно ниже НКПР, т. е. в реальности объем взрывоопасной смеси, в котором концентрация выше НКПР, будет значительно меньше V_z (см. рисунок).



Условное распределение гипотетического объема V_z взрывоопасной зоны в концентрационных пределах смеси паров ЛВЖ (ГГ) с воздухом

Коэффициент безопасности k выбирается в зависимости от степени утечки горючего вещества. При непрерывной утечке и первой степени утечки $k = 0,25$, а при второй — $k = 0,5$.

¹ Аналогичные формулы для расчета радиуса и высоты взрывоопасной зоны указаны также в методике [3]. В своде правил [2] приведены другие формулы для расчета размеров зон. При этом и ГОСТ [1], и СП [2] включены в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона № 123-ФЗ [4], что создает затруднения при использовании ими.

² Следует отметить, что в документах [1, 3] плотность паров ЛВЖ $\rho_{\text{п}}$ измеряется в кПа, что является ошибочным, так как это единица измерения давления.

Для закрытых помещений V_z рассчитывается по формуле

$$V_z = f V_k = \frac{f(dV/dt)_{\min}}{C},$$

где f — коэффициент эффективности рассеивания взрывоопасной смеси, который находится в пределах от 1 (идеальная ситуация при мгновенном перемешивании ГГ или паров ЛВЖ и свежего воздуха при однородной смеси) до 5 (если имеется препятствие для воздушного потока);

V_k — отношение между минимальным объемным расходом свежего воздуха $(dV/dt)_{\min}$ ($\text{м}^3/\text{с}$) и фактической кратностью воздухообмена C (с^{-1}); $V_k = \frac{(dV/dt)_{\min}}{C}$.

Для открытых пространств V_z вычисляется по формуле

$$V_z = \frac{f(dV/dt)_{\min}}{0,03},$$

где 0,03 — кратность воздухообмена в секунду при скорости ветра около 0,5 м/с.

Гипотетический объем V_z является важным показателем, отражающим границы возможной взрывоопасной зоны, однако он не позволяет определить ее размеры. Это связано с тем, что размеры зоны зависят преимущественно от условий вентиляции и мест расположения источников утечки относительно устройств вентиляции. В связи с этим для оценки размеров взрывоопасных зон по ГОСТ ИЕС 60079-10-1 [5] необходимо дополнительно пользоваться отраслевыми нормами и рекомендациями для взрывоопасных производств, например правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности [6] (см. приложение 3), или использовать компьютерное моделирование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 12. 3.047–2012. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. — Введ. 01.01.2014. — М. : Стандартинформ, 2014.
2. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. — Введ. 01.05.2009. — М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.
3. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : утв. приказом МЧС РФ от 10.05.2009 № 404 (в ред. приказа МЧС РФ от 14.12.2010 № 649); введ. 04.03.2011. — М. : МЧС РФ, 2011.
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (в ред. от 03.07.2016) : Федер. закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008; одобр. Сов. Федерации 11.07.2008 // Собр. законодательства РФ. — 2008. — № 30 (ч. I), ст. 3579.
5. ГОСТ ИЕС 60079-10-1–2013. Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды. — Введ. 01.07.2015. — М. : Стандартинформ, 2014.
6. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (в ред. от 12.01.2015) : утв. приказом Ростехнадзора от 12.03.2013 № 101; введ. 18.12.2013. — М. : Ростехнадзор, 2013.

*Ответ подготовили сотрудники кафедры специальной электротехники, автоматизированных систем и связи Академии ГПС МЧС России: канд. техн. наук, профессор, академик НАНПБ **В. Н. ЧЕРКАСОВ**; старший преподаватель **А. С. ХАРЛАМЕНКОВ** (e-mail: h_a_s@live.ru)*